



A Importância da Ciência para o Futuro do Rio São Francisco

## METAIS PESADOS NA ÁGUA DE ECOSISTEMAS LÊNTICOS: UMA COMPARAÇÃO ENTRE ZONA URBANA E RURAL

*Siqueira, L. P. R. V. S.<sup>1</sup>; Silva, P. T. S.<sup>2</sup>; Martins, F. C.<sup>3</sup>*

<sup>1,3</sup> Universidade de Pernambuco – UPE

Campus Petrolina, Petrolina/PE, CEP 56328-903

<sup>2</sup> EMBRAPA Semiárido, Petrolina/PE, CEP 56302-970

<sup>3</sup> [flavia.martins@upe.br](mailto:flavia.martins@upe.br)

**Abstract.** In a watershed, lentic ecosystems are perhaps the most rapidly affected by human activities resulting from urbanization and agricultural expansion. In the semiarid, these ecosystems are of great importance, as their water is used for irrigation for fruit farming, animal water provision and even human consumption, as well in leisure activities, such as fishing and bathing. Heavy metals, due to their conservative characteristics, are one of the main sources of freshwater ecosystems pollution and degradation, thus monitoring their concentrations in these ecosystems, as well as assessing their effects on biota are essential for their efficient management. Within this context, the objective of this work was to compare the concentrations of heavy metals of ecosystems in rural and urban areas, in the Lower Middle São Francisco River, at Petrolina city, Pernambuco State. Analysis of Zinc (Zn), Copper (Cu), Manganese (Mn), Iron (Fe), Chrome (Cr), Lead (Pb) collected between June and November 2019 in 5 lentic ecosystems were analyzed. All elements were detected in the five ecosystems, except Pb in two ponds (L2 and L4). Only Zn and Cr were not above the limits established by CONAMA for maintaining the quality of Class II waters. There was no significant variation in concentrations between urban and rural ecosystems. There was a significant variation in Cr and Pb per month. The high concentrations of Mn and Fe in rural ecosystems may be a consequence of the impact of the use of fruit farming additives and it is a concern the utilization of high concentrations of these metals in multiple uses ecosystems, including activities with outcomes for human consumption.

**Palavras-Chave.** Reservatório, lagoa, semiárido, qualidade da água, monitoramento.

### INTRODUÇÃO

Os ecossistemas lênticos são caracterizados por apresentarem águas paradas ou de baixo fluxo, tais como poças (charco), lagoas, reservatórios e lagos. Esses ecossistemas são especialmente sensíveis às mudanças no uso do solo, principalmente oriundos da intensificação da urbanização e da agricultura, visto que recebem água e materiais provenientes das áreas adjacentes (Cabecinha *et al.*, 2009a, 2009b). De acordo com dados do IBGE (2011) mais de 84% da população brasileira vive em áreas urbanas e a previsão é de contínuo aumento para as próximas décadas. O desenvolvimento urbano no Brasil tem acarretado em aumento da frequência de inundações, produção de sedimentos e degradação da qualidade da água (Tucci, 2002). No município de Petrolina cerca de 5% da sua área total compreende zona urbana (244,8 km<sup>2</sup>), o restante é considerado zona rural (4317,07 km<sup>2</sup>) (CNPM, 2014). Apesar da área urbana ser relativamente pequena em relação a área total do município, o processo de urbanização vem aumentando de forma rápida e desordenada, provocando impactos ambientais significativos. Silva *et al.* (2019) verificaram que a maior parte da área degradada do município está nas margens do Rio São Francisco e áreas antropizadas.

A urbanização pode afetar os ecossistemas aquáticos em diferentes escalas espaciais e temporais e tem efeitos sobre os fluxos hidrológicos, nas características químicas da água, na geomorfologia e sobre as comunidades bióticas (Brown *et al.*, 2009; Grimm *et al.*, 2008; Moggridge *et al.*, 2014). O desenvolvimento urbano e industrial também leva à maior deposição de

## A Importância da Ciência para o Futuro do Rio São Francisco

metais pesados nos ecossistemas aquáticos (Masutti, 2004). Os metais pesados ocorrem naturalmente nos ecossistemas e têm sido utilizados pela espécie humana desde a pré-história (Sisinno e Oliveira-Filho, 2013) e são preocupantes por serem poluentes conservativos e, portanto, permanecerem nos ecossistemas por mais tempo que outras substâncias biodegradáveis (Tam e Wong, 2000), sobretudo nos ecossistemas aquáticos (Sisinno e Oliveira-Filho, 2013). Em determinadas concentrações podem ser alarmantes, por alterar a atividade biológica e reduzir populações e espécies dependentes dos ecossistemas aquáticos, causando danos, inclusive à saúde humana (Araújo e Souza, 2012).

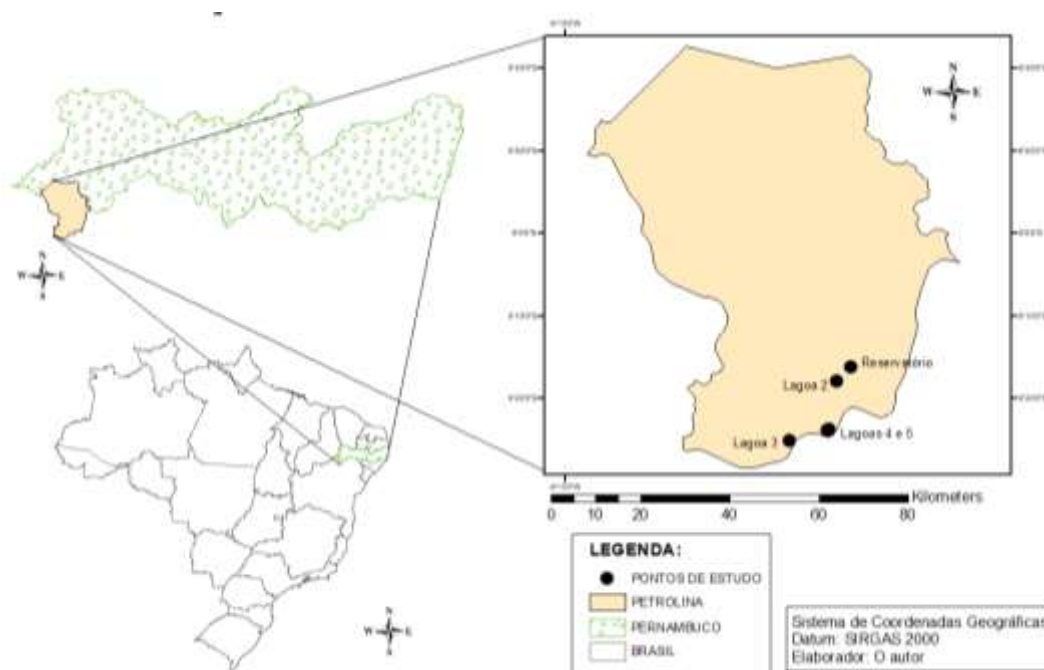
Antes de propor estratégias para os usos desses recursos hídricos é necessário avaliar a qualidade da água (Fay e Silva, 2006). A gestão desses ecossistemas implica em conhecer a disponibilidade hídrica desses locais, como o tamanho destes corpos d'água. Nesse sentido ações de monitoramento são importantes para se conhecer a dinâmica e comportamento hidrológico e a qualidade da água desses ecossistemas. E em regiões semiáridas, este estudo se torna de grande importância já que os níveis de pluviosidade são escassos e mal distribuídos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar as concentrações de metais pesados entre ecossistemas em zonas rurais e urbanas, no Submédio São Francisco, no município de Petrolina, PE.

## MÉTODOS

### Área de estudo

As coletas de água foram feitas em cinco ecossistemas lânticos no município de Petrolina - PE, sendo um reservatório, duas lagoas sazonais e duas lagoas permanentes (FIGURAS 1 e 2).

FIGURA 1. Mapa georreferenciado das áreas do estudo, no município de Petrolina- PE.



## A Importância da Ciência para o Futuro do Rio São Francisco

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima nesta área apresenta-se como tropical semiárido BSh, apresentando inverno seco com temperatura superior a 18°C, caracterizado pela irregularidade e escassez das precipitações, alta evaporação e altas temperaturas. A precipitação média anual é de 435 mm. Sua temperatura média anual é de 26°C.

O reservatório (RE) recebe água constantemente do rio São Francisco através de canais, ele está localizado no Projeto Senador Nilo Coelho N11 (9°16'11.30"S, 40°25'30.59"O) (FIGURA 2) (TABELA 1), e é gerenciado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). A lagoa 2 (L2) está localizada entre os Projetos de irrigação senador Nilo Coelho N8 e N10 (9°16'50.98"S, 40°26'27.92"O), e é abastecida pelas chuvas e ocasionalmente por propriedades rurais pelo excesso de água da irrigação e da fertirrigação (fertilizante aplicado na água da irrigação), sendo, portanto, temporária. A lagoa 3 (L3) é abastecida predominantemente por canais de água de esgoto que chegam ao ecossistema e por água da chuva. As lagoas 4 (L4) (9°23'49,27"S; 40°28'15,62"O) e 5 (L5) (9°23'49,12"S; 40°28'3,02"O) localizam-se no bairro Jatobá 2. Elas recebem efluentes diariamente dos bairros e de condomínios residenciais, já que o bairro não possui rede de coleta de esgoto.

FIGURA 2. Imagens de satélite das áreas de estudo. (A) Reservatório; (B) Lagoa 2; (C) lagoa 3; (D) à esquerda lagoa 4 e à direita lagoa 5. Fonte: Google Earth Pro.



## A Importância da Ciência para o Futuro do Rio São Francisco

TABELA 1. Localização dos ecossistemas estudados, área total em metros quadrados e os usos da terra e da água de cada local de estudo.

| Ecossistema | Zona                               | Área Total (m <sup>2</sup> )              | Usos   |
|-------------|------------------------------------|---|--|
| RE          | Zona rural                         | 227.850                                   | Irrigação, coleta de água, lavagens de animais domésticos e pesca  |
| L2          | Zona rural                         | 67.000                                    | Pesca, dessedentação animal e deposição de lixo  |
| L3          | Entre a zona rural e a zona urbana | 117.800                                   | Pesca, aterro com entulhos de construção, retirada de árvores, lançamentos de afluentes da agricultura e de esgoto doméstico |
| L4          | Zona urbana                        | Início da pesquisa: 15.900<br>Fim: 13.860 | Aterro com entulhos de construção, lançamentos de esgoto doméstico e lixo doméstico  |
| L5          | Zona urbana                        | 15.000                                    | Aterro, lançamento de esgoto doméstico e lixo doméstico  |

### Coleta de água

Realizaram-se duas coletas de água em cada ecossistema, uma no final da estação chuvosa e início da seca (junho) e outra no final da estação seca e início da chuvosa (novembro) de 2019. As amostras foram coletadas no meio de cada corpo hídrico com um bote a remo (RE, L2, L4 e L5), a coleta de água da L3 se deu por meio de um cabo extensor de 3 metros, já que a área não comportava o bote. A água coletada era cerca de 30 cm abaixo da superfície e armazenada em frascos de plástico branco com capacidade de 350ml, antes da coleta, o frasco era enxaguado três vezes na própria água. Após a coleta da amostra era adicionado 2,5ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) em cada garrafinha. As amostras eram acondicionadas em caixas de isopor com gelo para preservação e transportadas para o Laboratório Agroambiental, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Semiárido.

### Análise química da água

As análises de Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cromo (Cr), Chumbo (Pb) da água seguiram o método 3030E da APHA, com a digestão ácida com ácido nítrico e posterior leitura do extrato em espectrofotômetro de absorção atômica modo chama.

### Análise estatística

Os dados foram transformados utilizando a fórmula:  $\text{Log}(x+1)^1$ . Somente as concentrações de Pb e Mn apresentaram distribuição normal, dessa maneira para essas duas variáveis dependentes foi feita Análise de Variância (ANOVA) um fator e para as demais variáveis a análise não-paramétrica de Kruskal Wallis. O nível de significância adotado foi menor ou igual a 0.05 ( $p \leq 0.05$ ). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software “R” (R Core Team, 2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os elementos foram detectados nos cinco ecossistemas (TABELA 2), com exceção de Pb na L2 e L4. As concentrações de Cu e Fe registradas em todos os ecossistemas foram maiores do



## A Importância da Ciência para o Futuro do Rio São Francisco

que os padrões de qualidade de água Classe II, destinadas aos usos nos locais de estudo, segundo Resolução do CONAMA 357/2005. A concentração de Mn também foi maior que os valores considerados pelo CONAMA, com exceção do RE. A L2 foi a que apresentou maior concentração de Mn e Fe, principalmente no mês de novembro, quando o volume de água é menor. As concentrações de Pb foram maiores que os limites estabelecidos pelo CONAMA no RE, L3 e L5, no mês de novembro. Em geral, somente as concentrações de Zn e Cr foram dentro dos limites estabelecidos na resolução para garantir a qualidade das águas da Classe II.

Não houve diferença significativa dos metais pesados analisados entre os ecossistemas e na comparação entre zona rural e urbana. Somente houve diferença significativa para Cr ( $H = 5.78$ ;  $p = 0.016$ ) e Pb ( $F = 5.45$ ;  $p = 0.048$ ) entre junho e novembro, mostrando um componente sazonal na disposição e concentração de alguns metais pesados no semiárido. Este resultado provavelmente é associado ao clima, com uma estação seca definida e prolongada, mas também aos períodos de aplicação de insumos agrícolas.

Comparando os nossos resultados com os de Menezes *et al.* (2013), no Lago de Sobradinho e áreas adjacentes, BA, os valores registrados em geral de Zn e Cu são maiores, com exceção da L4; os valores de Mn encontrados nas lagoas rurais são maiores, os valores de Fe são menores com exceção das concentrações na L2 e L3. Os valores de Cr encontrados são maiores, desconsiderando o RE. O RE, L3 e L5 tiveram concentrações de Pb maiores que os analisados por Menezes *et al.* (2013). As altas concentrações de Mn e Fe na L2 podem representar alguns dos impactos da fruticultura nas lagoas sazonais adjacentes; importante destacar que as pessoas pescam nesse local e, portanto pode haver contaminação através da ingestão desses metais pesados.

**TABELA 2.** Média e desvio padrão das concentrações dos metais pesados: Zinco (Zn), Cobre (Cu), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cromo (Cr), Chumbo (Pb) nos ecossistemas estudados: Reservatório (RE, em dois pontos de coleta: RE.1 e RE.2), lagoa 2 (L2), lagoa 3 (L3, em dois pontos de coleta: L3.1 e L3.2), lagoa 4 (L4) e lagoa 5 (L5) nos meses de Junho e Novembro de 2019, do município de Petrolina, PE.

| Amostras | Zn           |       | Cu           |       | Mn           |       | Fe           |       | Cr           |       | Pb           |       |
|----------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
|          | MÉDIA (mg/L) | DP    | MÉDIA (mg/L) | DP    | MÉDIA (mg/L) | DP    | MÉDIA (mg/L) | DP    | MÉDIA (mg/L) | DP    | MÉDIA (mg/L) | DP    |
| RE.1 JUN | 0.007        | 0.003 | 0.008        | 0.001 | 0.049        | 0.005 | 0.392        | 0.002 | 0.009        | 0.002 | < LD         | 0.000 |
| RE.2 JUN | < LD         | 0.000 | < LD         | 0.000 | 0.080        | 0.004 | 0.661        | 0.001 | 0.008        | 0.001 | < LD         | 0.000 |
| RE.1 NOV | 0.003        | 0.001 | 0.015        | 0.005 | 0.034        | 0.003 | 0.229        | 0.019 | 0.027        | 0.002 | 0.034        | 0.001 |
| RE.2 NOV | 0.057        | 0.001 | 0.013        | 0.000 | 0.020        | 0.003 | 0.206        | 0.022 | 0.025        | 0.000 | 0.038        | 0.002 |
| L2 JUN   | 0.037        | 0.002 | 0.046        | 0.001 | 0.295        | 0.002 | 0.404        | 0.002 | 0.022        | 0.003 | < LD         | 0.000 |
| L2 NOV   | 0.058        | 0.007 | 0.083        | 0.004 | 6.727        | 0.022 | 4.753        | 0.071 | 0.054        | 0.003 | < LD         | 0.000 |
| L3.1 JUN | 0.013        | 0.000 | 0.025        | 0.003 | 0.199        | 0.006 | 0.876        | 0.005 | 0.012        | 0.003 | < LD         | 0.000 |
| L3.1 NOV | 0.018        | 0.001 | 0.022        | 0.001 | 0.131        | 0.004 | 0.607        | 0.001 | 0.060        | 0.003 | 0.023        | 0.002 |
| L3.2 JUN | 0.006        | 0.004 | 0.013        | 0.003 | 0.364        | 0.002 | 2.370        | 0.003 | 0.020        | 0.001 | < LD         | 0.000 |
| L3.2 NOV | 0.034        | 0.005 | 0.080        | 0.009 | 0.210        | 0.001 | 1.430        | 0.030 | 0.049        | 0.012 | 0.022        | 0.004 |
| L4 JUN   | 0.010        | 0.001 | 0.024        | 0.003 | 0.214        | 0.003 | 0.147        | 0.001 | 0.021        | 0.002 | < LD         | 0.000 |
| L4 NOV   | 0.023        | 0.002 | 0.046        | 0.003 | 0.040        | 0.002 | 0.038        | 0.003 | 0.051        | 0.001 | < LD         | 0.000 |
| L5 JUN   | 0.006        | 0.001 | 0.027        | 0.003 | 0.201        | 0.003 | 0.456        | 0.003 | 0.041        | 0.003 | < LD         | 0.000 |
| L5 NOV   | 0.017        | 0.003 | 0.040        | 0.004 | 0.191        | 0.003 | 1.035        | 0.012 | 0.065        | 0.005 | 0.027        | 0.003 |

## A Importância da Ciência para o Futuro do Rio São Francisco

### CONCLUSÃO

Os ecossistemas lênticos analisados estão com níveis relativamente altos de metais pesados, provenientes de resíduos agrícolas, urbanos e industriais. A concentração de metais pesados prejudica tanto a saúde dos ecossistemas, quanto a saúde humana. No semiárido há um componente sazonal importante de se considerar no monitoramento ambiental. Mais estudos em longo prazo são necessários para análise dos fatores que influenciam e são influenciados pela acumulação de metais pesados.

### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. A.; SOUZA, R. F. Aporte antropogênico de metais pesados em sedimentos de corrente de áreas de lixão , urbanizadas e agrícola , em Parelhas-RN , região semiárida do Brasil Aporte antropogênico de metais pesados em sedimentos de corrente de áreas de lixão , urbanizadas e ag. **Geografia**, [s. l.], v. 21 (3), n. February, p. 5–22, 2012.
- CABECINHA, E.; LOURENÇO, M.; MOURA, J. P.; PARDAL M. A.; CABRAL J. A. A multi-scale approach to modelling spatial and dynamic ecological patterns for reservoir's water quality management. **Ecological Modelling**, v.220, n.19, p.2559–2569, 2009a.
- CABECINHA, E.; CORTES, R.; PARDAL, M. A.; CABRAL, J. A. A Stochastic Dynamic Methodology (StDM) for reservoir's water quality management: Validation of a multi-scale approach in a south European basin (Douro, Portugal). **Ecological Indicators**, v.9, n.2, p.329–345, 2009b.
- CNPM. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite - EMBRAPA. **Pernambuco**. 2014. Disponível em: <http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br/conteudo/uf/pe.html>.
- FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S. **Índice do uso sustentável da água (Isa-Água) na região do Submédio São Francisco**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.
- GRIMM, N. B.; FAETH, S. H.; GOLUBIEWSKI, N. E.; REDMAN, C. L.; WU, J.; BAI, X.; BRIGGS, J. M. Global change and the ecology of cities. **Science**, v.319, n.5864, p.756–760, 2008.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010 – Características da população e dos domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
- MASUTTI, M. B. **Distribuição e efeitos de Cromo e Cobre em ecossistemas aquáticos: uma análise laboratorial e “In situ” (experimentos em micro e mesocosmos)**. Tese de doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), 2004.
- MENEZES, F. J. S.; SILVA-NETA, C. R.; SILVA, A. P.; SILVA, P. T. S.; MENDES, A. M. S. **Avaliação da concentração de metais pesados na água do Lago de Sobradinho-BA**. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2013.
- MOGGRIDGE, H. L.; HILL, M. J.; WOOD, P. J. Urban Aquatic Ecosystems: the good, the bad and the ugly. **Fundamental and Applied Limnology**, v.185, n.1, p.1–6, 2014.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2018. Disponível a partir de: <https://www.R-project.org/>.
- SILVA, D. A. O.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. A.; SILVA, Ê. F. F.; SILVA, J. L. B.; BEZERRA, A. C. Evolução Espaço-Temporal do Risco de Degradação da Cobertura Vegetal de Petrolina-PE. **Revista Brasileira de Meteorologia**,

## A Importância da Ciência para o Futuro do Rio São Francisco

v.34, n.1, p.89-99, 2019.

SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Princípios de Toxicologia Ambiental: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

TAM, N. F. Y.; WONG, Y. S. Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. **Environmental Pollution**, [s. l.], v. 110, p. 195–205, 2000.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2002.